

PATENT
450100-02329

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Tetsujiro KONDO et al.
Serial No. : 09/500,356
Filed : February 7, 2000
For : DATA PROCESSING METHOD AND APPARATUS
Art Unit : 2787

745 Fifth Avenue
New York, New York 10151
Tel. (212) 588-0800

I hereby certify that this correspondence is being
deposited with the United States Postal Service as
first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231, on May 5, 2000

Gordon Kessler, Reg. No. 38,511

Name of Applicant, Assignee or
Registered Representative

Gordon Kessler
Signature

May 5, 2000

Date of Signature

CLAIM OF PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In support of the claim of priority under 35. U.S.C.
§ 119 asserted in the Declaration accompanying the above-entitled
application, as filed, please find enclosed herewith a certified
copy of Japanese Application No. 11-031121, filed in Japan on 9
February 1999 forming the basis for such claim.

PATENT
450100-02329

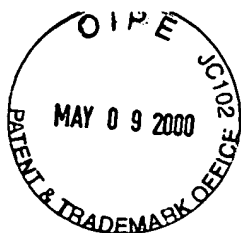
Acknowledgment of the claim of priority and of the
receipt of said certified copy(s) is requested.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

By: *Gordon Kessler*
Gordon Kessler
Reg. No. 38,511
Tel. (212) 588-0800

Enclosure(s)



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

4

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 2月 9日

出願番号

Application Number:

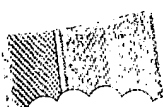
平成11年特許願第031121号

出願人

Applicant(s):

ソニー株式会社

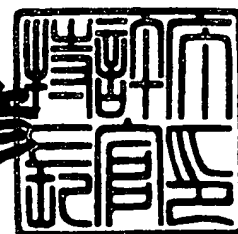
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



1999年12月24日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特平11-3091185

【書類名】 特許願

【整理番号】 9801004002

【提出日】 平成11年 2月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/21

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 近藤 哲二郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 田中 健司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 太田 浩二

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100082131

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 稲本 義雄

 【電話番号】 03-3369-6479

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 032089

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708842

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 データ処理装置およびデータ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力データを処理し、その処理結果としての出力データを出力するデータ処理装置であって、

前記入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データを抽出する抽出手段と、

前記類似入力データを用いて処理を行い、前記出力データを求める処理手段とを含むことを特徴とするデータ処理装置。

【請求項 2】 前記抽出手段は、前記入力データに対して、その入力データと前記注目入力データとの差分に対応した第 1 の重み付けを行うことにより、前記類似入力データを抽出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデータ処理装置。

【請求項 3】 前記抽出手段は、前記第 1 の重み付けを、前記入力データに対して、所定の重み関数を乗算することにより行う

ことを特徴とする請求項 2 に記載のデータ処理装置。

【請求項 4】 前記重み関数を、適応的に設定する設定手段をさらに含むことを特徴とする請求項 3 に記載のデータ処理装置。

【請求項 5】 前記入力データに含まれるノイズ量を推定する推定手段をさらに含み、

前記設定手段は、推定された前記ノイズ量に基づいて、前記重み関数を設定する

ことを特徴とする請求項 4 に記載のデータ処理装置。

【請求項 6】 前記処理手段は、前記類似入力データに対して、その類似入力データと前記注目入力データとの時間または空間的な近さに対応した第 2 の重み付けを行い、その第 2 の重み付けが行われた前記類似入力データの加算値を求め、前記注目入力データに対する出力データとして出力する

ことを特徴とする請求項 2 に記載のデータ処理装置。

【請求項 7】 前記処理手段は、前記第 2 の重み付けを、前記類似入力データに対して、所定の重み関数を乗算することにより行う

ことを特徴とする請求項 6 に記載のデータ処理装置。

【請求項 8】 前記重み関数を、適応的に設定する設定手段をさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 9】 前記入力データに含まれるノイズ量を推定する推定手段をさらに含み、

前記設定手段は、推定された前記ノイズ量に基づいて、前記重み関数を設定することを特徴とする請求項 8 に記載のデータ処理装置。

【請求項 10】 前記抽出手段は、前記入力データと前記注目入力データとの差分に基づいて、前記入力データから、前記類似入力データを抽出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデータ処理装置。

【請求項 11】 前記抽出手段は、前記入力データのうち、前記注目入力データと時間または空間的に近いものの中から、前記類似入力データを抽出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデータ処理装置。

【請求項 12】 前記抽出手段は、前記注目入力データとの差分が所定の閾値以下の前記入力データを、前記類似入力データとして抽出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデータ処理装置。

【請求項 13】 前記閾値を、適応的に設定する設定手段をさらに含む

ことを特徴とする請求項 12 に記載のデータ処理装置。

【請求項 14】 前記入力データに含まれるノイズ量を推定する推定手段をさらに含み、

前記設定手段は、推定された前記ノイズ量に基づいて、前記閾値を設定することを特徴とする請求項 13 に記載のデータ処理装置。

【請求項 15】 前記推定手段は、前記入力データとその入力データに対する出力データとの差分、または前記入力データの分散に基づいて、前記ノイズ量を推定する

ことを特徴とする請求項 14 に記載のデータ処理装置。

【請求項 16】 前記処理手段は、前記類似入力データを用いて近似処理を行うことにより、前記出力データを求める

ことを特徴とする請求項 12 に記載のデータ処理装置。

【請求項 17】 前記処理手段は、所定のモデルを用いて前記近似処理を行う

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 18】 前記処理手段は、一次式で表されるモデルを用いて前記近似処理を行う

ことを特徴とする請求項 17 に記載のデータ処理装置。

【請求項 19】 入力データを処理し、その処理結果としての出力データを出力するデータ処理方法であって、

前記入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データを抽出する抽出ステップと、

前記類似入力データを用いて処理を行い、前記出力データを求める処理ステップと

を含むことを特徴とするデータ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ処理装置およびデータ処理方法に関し、特に、例えば、データに含まれるノイズの効果的な除去を、容易に行うことができるようにするデータ処理装置およびデータ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、伝送や再生等された画像データや音声データなどのデータには、一般に、時間的に変動するノイズが含まれているが、データに含まれるノイズを除去する方法としては、従来より、入力データ全体の平均（以下、適宜、全平均という）や、入力データの局所的な平均である移動平均を求めるもの、さらには、注目しているデータを、その近傍にあるデータのメディアン（中央値）に置き換え

るものなどが知られている。また、画像については、例えば、ある1のフレームを参照フレームとして、他の1のフレームの動きベクトルを求め、その動きベクトルによって、他の1フレームの動き補償を行い、その動き補償後のフレームと、参照フレームとの加重平均を求めることにより、ノイズを除去する方法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、全平均を計算する方法は、データに含まれるノイズの度合い、即ち、データの S/N (Signal/Noise) が一定である場合は有効であるが、データの S/N が変動する場合には、 S/N の悪いデータが、 S/N の良いデータに影響し、効果的にノイズを除去することが困難となることがある。

【0004】

また、移動平均を計算する方法では、入力されたデータから時間的に近い位置にあるデータの平均が求められるため、その処理結果は、データの S/N の変動の影響を受ける。即ち、データの S/N の良い部分については、処理結果の S/N も良くなるが、 S/N の悪い部分については、処理結果の S/N も悪くなる。さらに、全平均や移動平均を計算する方法によれば、データが平滑化されるから、画像に適用すると、データが急激に変化する部分、即ち、急峻なエッジ等が失われることになる。

【0005】

また、メディアンに置き換える方法では、データの時間的な順序が無視されるため、元の波形の特徴が大きく損なわれることがある。

【0006】

さらに、動きベクトルを用いる方法では、動きベクトルの検出を誤ると、処理後の画像の画質が大きく劣化する。

【0007】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、データに含まれるノイズを、容易かつ効果的に除去することができるようにするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明のデータ処理装置は、入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データを抽出する抽出手段と、類似入力データを用いて処理を行い、出力データを求める処理手段とを含むことを特徴とする。

【0009】

本発明のデータ処理方法は、入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データを抽出する抽出ステップと、類似入力データを用いて処理を行い、出力データを求める処理ステップとを含むことを特徴とする。

【0010】

上記構成のデータ処理装置およびデータ処理方法においては、入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データが抽出され、その類似入力データを用いて処理が行われることで、出力データが求められる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用したNR (Noise Reduction) 処理回路の第1実施の形態の構成例を示している。

【0012】

このNR処理回路においては、画像を対象としたNR処理が行われるようになされており、NR処理すべき画像は、例えば、フレーム単位で、フレームメモリ部1に供給されるようになされている。フレームメモリ部1は、複数フレーム（例えば、10乃至20フレームなど）を記憶することのできる記憶容量を有し、そこに供給される画像を一時記憶する。画像処理部2は、フレームメモリ部1に記憶された画像を読み出し、その画像からノイズを除去するための処理（NR処理）を行う。画像処理部2において処理された画像は、フレームメモリ部3に供給される。フレームメモリ部3は、画像処理部2から供給される画像を一時記憶して出力する。

【0013】

次に、図2は、図1の画像処理部2の構成例を示している。

【0 0 1 4】

フレームメモリ 1（図 1）に記憶された画像は、適宜読み出され、必要に応じて、重み関数設定部 1 1 または画素値方向重み付け部 1 2 に供給されるようになされている。

【0 0 1 5】

重み関数設定部 1 1 は、後述するような画素値方向の重み関数 w_{Val} 、垂直方向の重み関数 w_{Ver} 、水平方向の重み関数 w_{Hor} 、時間方向の重み関数 w_{Fr} を適応的に設定し、重み関数 w_{Val} を画素値方向重み付け部 1 2 に、重み関数 w_{Ver} および w_{Hor} を空間方向重み付け部 1 3 に、重み関数 w_{Fr} を時間方向重み付け部 1 4 に、それぞれ供給するようになされている。

【0 0 1 6】

画素値方向重み付け部 1 2 は、そこに供給される画素に対して、重み関数 w_{Val} にしたがった重み付けを行い、空間方向重み付け部 1 3 に供給するようになされている。空間方向重み付け部 1 3 は、画素値方向重み付け部 1 2 からの画素に対して、重み関数 w_{Ver} および w_{Hor} にしたがった重み付けを行い、時間方向重み付け部 1 4 に供給するようになされている。時間方向重み付け部 1 4 は、空間方向重み付け部 1 3 からの画素に対して、重み関数 w_{Fr} にしたがった重み付けを行い、加算部 1 5 に供給するようになされている。加算部 1 5 は、時間方向重み付け部 1 4 からの画素（画素値）を順次加算して出力するようになされている。

【0 0 1 7】

次に、図 3 のフローチャートを参照して、図 2 の画像処理部 2 の動作について説明する。

【0 0 1 8】

まず最初に、ステップ S 1 において、重み関数が設定される。即ち、ステップ S 1 では、重み関数設定部 1 1 において、フレームメモリ部 1 に記憶された画像が適宜読み出され、いま注目しているフレーム（注目フレーム）のノイズ量が推定される。さらに、重み関数設定部 1 1 では、その推定されたノイズ量に基づいて、重み関数 w_{Val} 、 w_{Ver} 、 w_{Hor} および w_{Fr} が設定される。

【0 0 1 9】

ここで、画像処理部 2 においては、ある注目画素の画素値が、複数の画素の画素値の重み付け加算値で置き換えられることにより、ノイズの除去が行われるようになされており、重み関数 w_{Val} は、重み付け加算値の計算に用いる処理対象画素と注目画素との画素値の差分に対応した重み付けを、処理対象画素に対して行うためのもので、本実施の形態では、例えば、次のようなガウス分布の式 $f(x)$ で与えられるようになされている。

【0 0 2 0】

$$f(x) = 1 / ((2\pi)^{1/2} \sigma) \exp(-(x - \mu)^2 / (2\sigma^2)) \quad \dots (1)$$

但し、 μ は平均値を、 σ は標準偏差を、それぞれ表す。

【0 0 2 1】

また、重み関数 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} は、処理対象画素に対して、その処理対象画素と注目画素との間の空間的、時間的距離に対応した重み付けを行うためのもので、本実施の形態では、例えば、やはり、式 (1) に示したようなガウス分布で与えられるようになされている。但し、重み関数は、ガウス分布以外の形で与えることも可能である。

【0 0 2 2】

従って、重み関数 w_{Val} は、注目画素と処理対象画素との画素値の差分 sub の関数であり、正確には、 $w_{Val}(sub)$ と表される。重み関数 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、または w_{Fr} も、同様に、注目画素と処理対象画素との垂直方向の距離 j 、水平方向の距離 i 、または時間方向の距離 k の関数であり、正確には、それぞれ $w_{Ver}(j)$ 、 $w_{Hor}(i)$ 、または $w_{Fr}(k)$ と表される。

【0 0 2 3】

ここで、ガウス分布で与えられる重み関数 w_{Val} を図 4 (A) に、同じくガウス分布で与えられる重み関数 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} を図 4 (B) に、それぞれ示す。なお、図 4 (B) においては、重み関数 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} をまとめて、 w_{Loc} と表してある。

【 0 0 2 4 】

重み関数設定部 1 1 では、推定されたノイズ量に基づいて、重み関数 w_{Val} 、 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} を規定する式 (1) の標準偏差 σ が設定され、それにより得られる重み関数 w_{Val} 、 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、 w_{Fr} が、画素値方向重み付け部 1 2、空間方向重み付け部 1 3、時間方向重み付け部 1 4 に供給される。即ち、重み関数 w_{Val} は画素値方向重み付け部 1 2 に、重み関数 w_{Ver} および w_{Hor} は空間方向重み付け部 1 3 に、重み関数 w_{Fr} は時間方向重み付け部 1 4 に、それぞれ供給される。

【 0 0 2 5 】

そして、ステップ S 2 に進み、画素値方向重み付け部 1 2、空間方向重み付け部 1 3、時間方向重み付け部 1 4、および加算部 1 5 において、重み付け加算が行われ、その重み付け加算結果が、注目画素の新たな画素値として出力される。

【 0 0 2 6 】

即ち、いま、フレームメモリ部 1 に記憶された画像の第 t フレームの、上から $y + 1$ 番目で、左から $x + 1$ 番目の画素の画素値を、 $L[t][y][x]$ と表すと、画素値方向重み付け部 1 2、空間方向重み付け部 1 3、時間方向重み付け部 1 4、および加算部 1 5 において、次式で示される $L'[t][y][x]$ が、注目画素の新たな画素値として求められる。

【 0 0 2 7 】

【数 1】

$$L[t][y][x] = \sum_{k=-K}^{+K} w_{Fr}(k) \left(\sum_{j=-J}^{+J} w_{Ver}(j) \left(\sum_{i=-I}^{+I} w_{Hor}(i) \right. \right. \\ \times w_{Val}(L[t+k][y+j][x+i] - L[t][y][x]) \\ \left. \left. \times L[t+k][y+j][x+i] \right) \right)$$

... (2)

【 0 0 2 8 】

その後、ステップ S 3 に進み、1 フレームの画素すべてを注目画素として、処理を行ったかどうか判定され、まだ処理を行っていないと判定された場合、ステップ S 2 に戻り、まだ処理の対象としていない画素を、新たな注目画素として

、同様の処理を繰り返す。また、ステップ S3 において、1 フレームの画素すべてを注目画素として、処理を行ったと判定された場合、ステップ S1 に戻り、次のフレームを新たな注目フレームとして、以下、同様の処理を繰り返す。

【0029】

即ち、図2の画像処理部2では、上述したように、重み付け加算を行うことで、注目画素の画素値のノイズを除去した新たな画素値が求められるようになされているが、その際の重み付けは、まず、画素値方向重み付け部12において、注目画素の画素値 $L[t][y][x]$ と、重み付け加算値の計算に用いる処理対象画素の画素値 $L[t+k][y+j][x+i]$ との差分 ($L[t+k][y+j][x+i] - L[t][y][x]$) に基づいて行われる。

【0030】

その結果、注目画素と近い画素値の処理対象画素に対しては大きな重みが用いられ、注目画素と離れた画素値の処理対象画素に対しては小さな重みが用いられることとなり、即ち、極端には、注目画素と離れた画素値の処理対象画素に対する重みは0とされることとなり、これにより、注目画素と比較的近い画素値の処理対象画素のみが抽出され、そのような処理対象画素を用いた重み付け加算を行うことで、注目画素の画素値のノイズを除去した新たな画素値が求められる。

【0031】

さらに、重み付けは、空間方向重み付け部13において、注目画素と、重み付け加算を行う処理対象画素との間の垂直方向の距離 j 、および水平方向の距離 i に基づいて行われるようになされている。即ち、注目画素と空間的に近い処理対象画素に対しては大きな重みが用いられ、注目画素と空間的に遠い処理対象画素に対しては小さな重みが用いられる。

【0032】

また、重み付けは、時間方向重み付け部14において、注目画素と、重み付け加算を行う処理対象画素との間の時間方向の距離 k に基づいて行われるようになされている。即ち、注目画素と時間的に近い処理対象画素に対しては大きな重みが用いられ、注目画素と時間的に遠い処理対象画素に対しては小さな重みが用いられる。

【0 0 3 3】

以上のように、注目画素と空間的、時間的に近い処理対象画素に対しては、ある程度の重みが与えられ、注目画素と空間的、時間的に遠い処理対象画素の重みは0とされる。

【0 0 3 4】

従って、図5に示すように、注目画素と同じような画素値の画素が抽出され、さらに、その中から、注目画素と空間的、時間的に近い画素が抽出され、そのような画素を用いての重み付け加算値が、注目画素の新たな画素値として求められるので、注目画素に含まれるノイズを、容易かつ効果的に除去することができる。

【0 0 3 5】

次に、図6は、図2の重み関数設定部11の構成例を示している。

【0 0 3 6】

いま注目フレームを、第 n フレームとすると、差分回路21には、その第 n フレームと、その次の第 $n+1$ フレームとが供給される。差分回路21は、第 n フレームと第 $n+1$ フレームとの、対応する画素値どうしの差分を計算し、そのような差分で構成されるフレーム（差分フレーム）を、ブロック分割回路22に供給する。

【0 0 3 7】

ブロック分割回路22は、差分回路21からの差分フレームを、所定の画素数のブロック（例えば、横と縦それぞれが、8乃至16画素程度のブロック）に分割し、RMS（Root Mean Square）計算回路23に供給する。RMS計算回路23では、ブロック分割回路22からの各ブロックの画素値の差分のRMSが計算される。各ブロックについてのRMSは、RMS計算回路23からヒストグラム生成回路24に供給される。ヒストグラム生成回路24では、RMS計算回路23からの各ブロックについてのRMSのヒストグラムが生成され、ノイズ量推定回路25に供給される。

【0 0 3 8】

ノイズ量推定回路25では、ヒストグラム生成回路24からのRMSのヒスト

グラムから、注目フレームである第 n フレームのノイズ量が推定される。

【0039】

即ち、ノイズ量推定回路 25 は、例えば、RMS のヒストグラムにおいて、0 でない最小の RMS を検出し、その最小の RMS を、注目フレームのノイズ量として出力する。ここで、画像の信号成分とノイズ成分とが無相関であると仮定すれば（上述したように、横と縦それぞれが、8 画素以上のブロックについては、このように仮定しても問題ない）、統計的には、差分フレームにおいて、信号成分を有するブロックの RMS は、信号成分を有しないブロックの RMS より大になるから、信号成分を有しないブロックの RMS、即ち、ノイズのみのブロックの RMS は、RMS のヒストグラムにおいて、最小値として現れる。

【0040】

なお、RMS のヒストグラムにおいて、0 でない最小の RMS は、フレームによって大きく変動する場合があります、従って、0 でない最小の RMS を、そのままノイズ量として用いると、ノイズ量が、フレームごとに大きく変動することがある。そこで、例えば、RMS のヒストグラムに対して、例えば、 $y = e^{-x}$ 等による重み付けをし（小さな RMS には大きな重みを、大きな RMS には小さな重みを、それぞれ乗算し）、さらに、その重み付け後の RMS の加重平均を演算し、その加重平均値を、ノイズ量と推定するようにすることも可能である。この場合、ノイズ量が、フレームごとに大きく変動することはなく、ある程度安定した値が得られる。

【0041】

ノイズ量推定回路 25 において推定されたノイズ量は、重み関数設定回路 26 に供給される。重み関数設定回路 26 では、ノイズ量推定回路 25 からの注目フレームのノイズ量に基づき、重み関数 w_{Val} 、 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} としてのガウス分布の標準偏差 σ が設定される。

【0042】

即ち、重み関数設定回路 26 は、例えば、ノイズ量が大きい場合には、重み関数 w_{Val} の標準偏差 σ を大きくする。このようにノイズ量にしたがって、重み関数 w_{Val} の標準偏差 σ を変えることで、元の画像に含まれるノイズに応じた最適

なNR処理を行うことが可能となる。

【0043】

なお、元の画像の動き量、あるいは動きの有無を検出し、その検出結果に基づいて、重み関数 w_{Val} 、 w_{Ver} 、 w_{Hor} 、および w_{Fr} としてのガウス分布の標準偏差 σ を設定するようにすることも可能である。即ち、画像が動きを有するもの（動き系画像）である場合には、重み関数 w_{Ver} および w_{Hor} の標準偏差 σ を大きくし、画像がほとんど動きのないもの（静止系画像）である場合には、重み関数 w_{Fr} の標準偏差 σ を大きくするようにすることができる。この場合、元の画像の動きを考慮したNR処理を行うことが可能となる。

【0044】

次に、図7乃至図10を参照して、図1の画像処理部2により画像をNR処理したシミュレーション結果について説明する。

【0045】

図7および図9は、NR処理の対象とした画像を示している。なお、図7は静止系画像であり、図9は動き系画像である。

【0046】

図8は、図7の画像を対象としたシミュレーション結果を、図10は、図9の画像を対象としたシミュレーション結果を、それぞれ示している。

【0047】

図8において、曲線A1は、図7の画像のS/Nを示しており、開始の部分と終わりの部分のフレームのS/Nが約33dBに、中間の部分のフレームのS/Nが約40dBになっている。

【0048】

曲線A2は、図7の画像を対象に、図2の画像処理部2によるNR処理を行った結果得られる画像のS/Nを示しており、曲線A3およびA4は、図7の画像を対象に、動き判定付き平均（動き判定を行い、動きのない部分の画素について平均をとる手法）によるNR処理を行った結果得られる画像のS/Nを示している。なお、曲線A3とA4とでは、動き判定を行う際のパラメータの値が異なっている。

【 0 0 4 9 】

また、図 1 0 において、曲線 B 1 は、図 9 の画像の S/N を示しており、図 7 の画像と同様に、開始の部分と終わりの部分のフレームの S/N が約 3 3 d B に、中間の部分のフレームの S/N が約 4 0 d B になっている。

【 0 0 5 0 】

曲線 B 2 は、図 9 の画像を対象に、図 2 の画像処理部 2 による N R 処理を行った結果得られる画像の S/N を示しており、曲線 B 3 は、図 9 の画像を対象に、動き判定付き平均による N R 処理を行った結果得られる画像の S/N を示している。

【 0 0 5 1 】

図 8 および図 1 0 から、図 2 の画像処理部 2 による N R 処理によれば、静止系画像か、動き系画像かにかかわらず、さらに、元の画像の S/N にもよらず、効果的にノイズが除去され、 S/N が向上していることが分かる。

【 0 0 5 2 】

なお、上述の場合においては、注目画素と画素値の近い画素の中から、注目画素と空間的、時間的に近い画素を抽出するようにしたが、その際、空間的な方向については、水平方向のみ、または垂直方向のみに注目して、画素の抽出を行うようにすることが可能である。

【 0 0 5 3 】

次に、以上のように、注目画素と画素値の近い画素を抽出し、そのような画素を対象とした重み付け加算を行うことによって、ノイズが除去される（ S/N が向上する）原理について説明する。なお、ここでは、説明を簡単にするため、重み付け加算として、最も単純な相加平均を考える。

【 0 0 5 4 】

画素値の観測値と真値との間の誤差、即ち、ノイズが正規分布となると仮定すると（このような仮定をしても、基本的に問題ない）、画素値の観測値も、図 1 1 に示すように、正規分布になる。

【 0 0 5 5 】

いま、ある注目画素の画素値の観測値が、C であったとすると、そのような観

測値Cに近い画素は、図11においてDで示す、観測値Cの周辺に分布する。そして、観測値Cに近い画素の相加平均を、 C' とすると、その相加平均値 C' は、図11の正規分布のうちの、Dで示す斜線部分の面積を2等分するような値となる。従って、画素値の観測値が正規分布であれば、観測値Cに近い画素値の相加平均値 C' は、真値に近づくから、観測値Cに近い画素の相加平均をとることにより、ノイズが低減されることになる。

【0056】

図12は、ある画像を構成する各画素の画素値の観測値と真値との間の誤差の分布を示している。注目画素と画素値の近い画素の相加平均を計算することで、この分布は、図13に示すようになる。

【0057】

即ち、相加平均を演算することで、誤差Eを有していた画素の誤差の分布は、図13においてFで示すようになる。この場合、誤差が、元の誤差Eよりも増加する画素も多少は存在するが、ほとんどの画素の誤差は、元の誤差Eよりも減少する。その結果、誤差の分布は、図13に実線で示すように、元の分布（図12）に比較して、急峻なもの（従って、誤差の小さい画素が増加したもの）となる。

【0058】

なお、以上のようなノイズ除去（低減）の原理から明らかなように、重み付け加算によってノイズを低減した画像を対象に、再び、重み付け加算を計算することによって、さらなるノイズの低減を図ることができる。

【0059】

ここで、上述の重み関数 w_{val} の標準偏差 σ を設定することは、図11に示した重み付け加算に用いるデータの範囲Dを設定することに対応する。

【0060】

次に、図14は、本発明を適用したNR処理回路の第2実施の形態の構成例を示している。

【0061】

このNR処理回路においては、入力データから、注目している入力データ（注

目入力データ)と値の近い入力データが抽出され、その抽出された入力データを用いて、注目入力データに含まれるノイズの除去(低減)が行われるようになされている。

【0062】

即ち、入力データは、ラッチ回路 31_1 および前処理部32に供給される。ラッチ回路 31_1 は、そこに供給される入力データを、例えば、その入力データが供給されるタイミングに同期してラッチ(記憶)し、その後段のラッチ回路 31_2 および前処理部32に供給する。ラッチ回路 31_2 または 31_3 それぞれは、ラッチ回路 31_1 と同様に、その前段のラッチ回路 31_1 または 31_2 が出力する入力データをラッチし、その後段のラッチ回路 31_3 または 31_4 と、前処理部32に供給する。ラッチ回路 31_4 は、その前段のラッチ回路 31_3 が出力する入力データをラッチし、前処理部32に供給する。

【0063】

従って、いま、ラッチ回路 31_1 および前処理部32に、入力データ $x(t+2)$ が供給されたとすると、前処理部32には、さらに、ラッチ回路 31_1 乃至 31_4 それぞれでラッチされた入力データ $x(t+1)$ 、 $x(t)$ 、 $x(t-1)$ 、 $x(t-2)$ も供給される。即ち、前処理部32には、連続する5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ が同時に供給される。前処理部32は、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ のうちの、いわば中心の $x(t)$ を注目入力データとして後述するような前処理を行うことで、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ の中から、注目入力データ $x(t)$ と値の近いものを抽出し、モデル化部33に供給する。

【0064】

モデル化部33は、所定のモデルに基づき、前処理部32からの入力データを用いて近似処理を行うことで、注目入力データ $x(t)$ に対する出力データ $y(t)$ を求める。

【0065】

即ち、モデル化部33は、ここでは、線形回帰部41と出力計算部42から構成されている。線形回帰部41は、例えば、一次式(直線)で表されるモデルに

よって、前処理部 32 からの入力データを用いて近似処理を行うことで、入力データを局所的にモデル化する。具体的には、線形回帰部 41 は、前処理部 32 からの入力データを線形回帰によって一次式のモデルに当てはめる。

【0066】

ここで、線形回帰とは、図 15 に示すように、一次式 $y = at + b$ によって表される直線と、前処理部 32 からの入力データ（図 15 において●印で示す）それぞれとの間の 2 乗誤差の総和が最小になるような定数 a および b を求めることを意味する。

【0067】

定数 a および b が求められると、線形回帰部 41 は、その定数 a 、 b を、出力計算部 42 に供給する。出力計算部 42 は、線形回帰部 41 からの定数 a 、 b を用いて、式 $y(t) = at + b$ を演算し、その結果得られる $y(t)$ を、注目入力データ $x(t)$ に対する出力データとして出力する。

【0068】

以上の処理を、各時刻 t における入力データ $x(t)$ を対象に行うことで、図 16 に示すように、入力データ $x(t)$ のノイズを効果的に低減（除去）した（真値に近い、従って、 S/N の良い）出力データ $y(t)$ を得ることができる。

【0069】

ところで、一次式で表されるモデルは、真値が連続性を有する場合には有効であるが、真値が連続性を有しない場合、即ち、例えば、真値が不連続な変化点を有する場合には、そのような変化点において、一次式で表されるモデルから得られる出力データ $y(t)$ は、図 17 に示すように、その波形が鈍ったものになる。

【0070】

そこで、前処理部 32 は、そこに入力される 5 サンプルの入力データから、一次式で表されるモデルに適合するもののみを抽出し、線形回帰部 41 に供給するようになされている。

【0071】

即ち、前処理部 32 では、注目入力データ $x(t)$ と、そこに入力される入力

データ x （ここでは、 $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ ）それぞれと、注目入力データ $x(t)$ との差分の絶対値 $|x(t) - x|$ が計算され、その絶対値が所定の閾値 t_h 以下（未満）となる入力データだけが抽出され、線形回帰部 41 に供給される。従って、線形回帰部 41 では、図 18 に示すように、注目入力データを基準とする $\pm t_h$ の範囲内にある入力データのみを用いて線形回帰が行われるため、真値が不連続な変化点において、出力データ $y(t)$ の波形が鈍ったものになることを防止することができる。即ち、真値が不連続な変化点を有する場合であっても、図 19 に示すように、そのような真値に追従するような出力データ $y(t)$ を得ることができる。

【0072】

次に、図 20 は、本発明を適用した NR 処理回路の第 3 実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図 14 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図 20 の NR 処理回路は、ノイズ量推定部 51 が新たに設けられている他は、図 14 における場合と同様に構成されている。

【0073】

図 14 の NR 処理回路においては、前処理部 32 において用いられる閾値 t_h が固定とされていたが、図 20 の NR 処理回路においては、前処理部 32 において用いられる閾値 t_h が、入力データに含まれるノイズ量に基づいて適応的に設定されるようになされている。

【0074】

即ち、ノイズ量推定部 51 には、前処理部 32 に供給されるのと同じの 5 サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ が供給されるようになされており、ノイズ量推定部 51 は、入力データのノイズ量を推定し、前処理部 32 に供給するようになされている。そして、前処理部 32 においては、ノイズ量推定部 51 からのノイズ量に基づいて、閾値 t_h が設定されるようになされている。

【0075】

次に、図 21 のフローチャートを参照して、その動作について説明する。

【0076】

まず最初に、ステップS11において、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ が、前処理部32およびノイズ量推定部51に入力される。そして、ノイズ量推定部51では、ステップS12において、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ に含まれるノイズ量が推定される。即ち、ノイズ量推定部51は、例えば、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ の分散が演算され、その分散に基づいて、入力データのノイズ量が推定される。このノイズ量は、ノイズ量推定部51から前処理部32に供給される。

【0077】

前処理部32は、ステップS13において、ノイズ量推定部51からのノイズ量に基づいて、閾値 t_h を設定し、即ち、ノイズ量が大のときは、大きな閾値 t_h を設定し、ノイズ量が小のときは、小さな閾値 t_h を設定し、5サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ から、注目入力データ $x(t)$ との差分の絶対値が閾値 t_h 以下となるものを抽出する。この前処理部32で抽出された入力データは、モデル化部33に供給される。

【0078】

モデル化部33では、ステップS14において、前処理部32からの入力データが局所的にモデル化され、これにより、それらの入力データを最も良く近似する一次式 $y = at + b$ を規定する定数 a および b が求められる。さらに、モデル化部33では、ステップS15において、ステップS14で求められた定数 a および b を用いて、式 $y(t) = at + b$ が演算され、その結果得られる $y(t)$ が、注目入力データ $x(t)$ に対する出力データとして出力される。

【0079】

そして、ステップS16に進み、入力データが終了したかどうか判定される。ステップS16において、入力データが終了していないと判定された場合、新たな入力データが供給されるのを待って、ステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を繰り返す。また、ステップS16において、入力データが終了したと判定された場合、処理を終了する。

【 0 0 8 0 】

次に、図 2 2 は、本発明を適用した N R 処理回路の第 4 実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図 1 4 または図 2 0 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図 2 2 の N R 処理回路は、誤差計算部 6 1 が新たに設けられていることを除けば、図 1 4 における場合と同様に構成されている。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 の N R 処理回路においては、前処理部 3 2 において用いられる閾値 t_h が固定とされていたが、図 2 2 の N R 処理回路においては、図 2 0 における場合と同様に、前処理部 3 2 において用いられる閾値 t_h が、入力データに含まれるノイズ量に基づいて適応的に設定されるようになされている。但し、図 2 0 においては、入力データのノイズ量が、入力データの分散に基づいて推定されるようになされていたが、図 2 2 においては、入力データをモデル化したときのモデル化誤差に基づいて推定されるようになされている。

【 0 0 8 2 】

即ち、誤差計算部 6 1 には、5 サンプルの入力データ $x(t+2)$ 乃至 $x(t-2)$ と、その 5 サンプルの入力データを最も良く近似する一次式 $y = at + b$ を規定する定数 a および b が供給されるようになされている。

【 0 0 8 3 】

そして、誤差計算部 6 1 は、例えば、次式で示されるモデル化誤差 e を計算し、そのモデル化誤差 e に基づいて、入力データのノイズ量を推定する。

【 0 0 8 4 】

$$e = |a \times (t+2) + b - x(t+2)| + |a \times (t+1) + b - x(t+1)| + |a \times t + b - x(t)| \\ + |a \times (t-1) + b - x(t-1)| + |a \times (t-2) + b - x(t-2)| \\ \dots (3)$$

【 0 0 8 5 】

誤差計算部 6 1 で得られたノイズ量は、前処理部 3 2 に供給される。そして、前処理部 3 2 では、誤差計算部 6 1 からのノイズ量に基づいて、閾値 t_h が設定され、以下、図 2 0 における場合と同様の処理が行われる。

【0086】

以上のように、入力データから、注目入力データと値の近いものを抽出し、その抽出した入力データを局所的にモデル化するようにしたので、そのモデルに当てはまらない入力データの成分、即ち、ノイズを低減することができる。

【0087】

なお、上述の場合においては、入力データとして、一次元のデータを用いるようにしたが、本発明は、画像などの2次元以上のデータを入力データとする場合にも適用可能である。ここで、入力データがN次元の場合には、線形回帰において用いる一次式のモデルは、次式で表される。

【0088】

【数2】

$$y = \sum_{i=0}^N a_i t_i + c$$

・・・ (4)

【0089】

また、上述の場合においては、入力データを近似するモデルとして、一次式を用いるようにしたが、入力データを近似するモデルとしては、その他、例えば、N次多項式や、各種の形状を近似可能なベジェ曲線等を用いることも可能である。

【0090】

さらに、入力データを近似する手法は、線形回帰に限定されるものではない。

【0091】

なお、本実施の形態では、本発明について、ノイズの除去という観点から説明を行ったが、本発明によれば、入力データの波形整形（波形等化）などを行うことも可能である。

【0092】

【発明の効果】

以上の如く、本発明のデータ処理装置およびデータ処理方法によれば、入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データが抽出され、

その類似入力データを用いて処理が行われることで、出力データが求められる。従って、入力データに含まれるノイズを効果的に除去した出力データを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用した N R 処理回路の第 1 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 の画像処理部 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 3】

図 2 の画像処理部 2 の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 4】

重み関数を示す図である。

【図 5】

図 2 の画像処理部 2 の動作を説明するための図である。

【図 6】

図 2 の重み関数設定部 1 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 7】

シミュレーションに用いた画像を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図 8】

図 7 の画像を用いたシミュレーション結果を示す図である。

【図 9】

シミュレーションに用いた画像を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図 1 0】

図 9 の画像を用いたシミュレーション結果を示す図である。

【図 1 1】

注目画素と画素値の近い画素の加重平均によってノイズが除去される原理を説

明するための図である。

【図 1 2】

観測値と真値との間の誤差の分布を示す図である。

【図 1 3】

観測値と真値との間の誤差の分布を示す図である。

【図 1 4】

本発明を適用した N R 処理回路の第 2 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 1 5】

入力データのモデル化を説明するための図である。

【図 1 6】

図 1 4 の N R 処理回路による処理結果を示す図である。

【図 1 7】

図 1 4 の N R 処理回路による処理結果を示す図である。

【図 1 8】

図 1 4 の前処理部 3 2 の処理を説明するための図である。

【図 1 9】

図 1 4 の N R 処理回路による処理結果を示す図である。

【図 2 0】

本発明を適用した N R 処理回路の第 3 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2 1】

図 2 0 の N R 処理回路の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 2 2】

本発明を適用した N R 処理回路の第 4 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

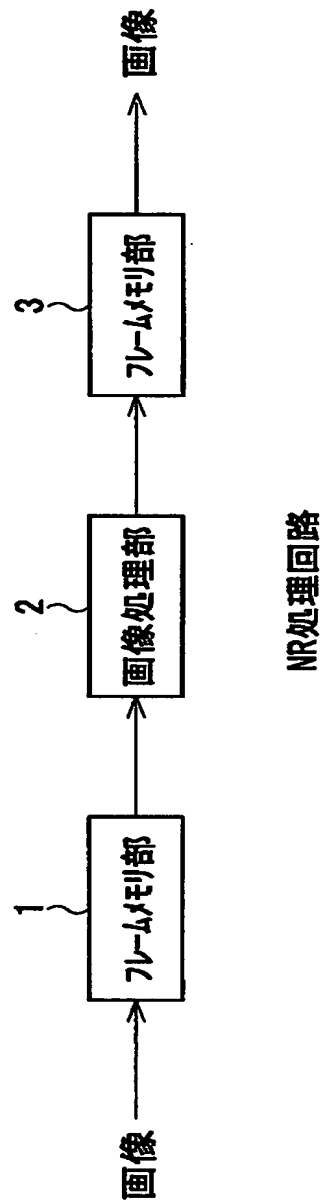
【符号の説明】

1 フレームメモリ部, 2 画像処理部, 3 フレームメモリ部, 1 1
重み関数設定部, 1 2 画素値方向重み付け部, 1 3 空間方向重み付け

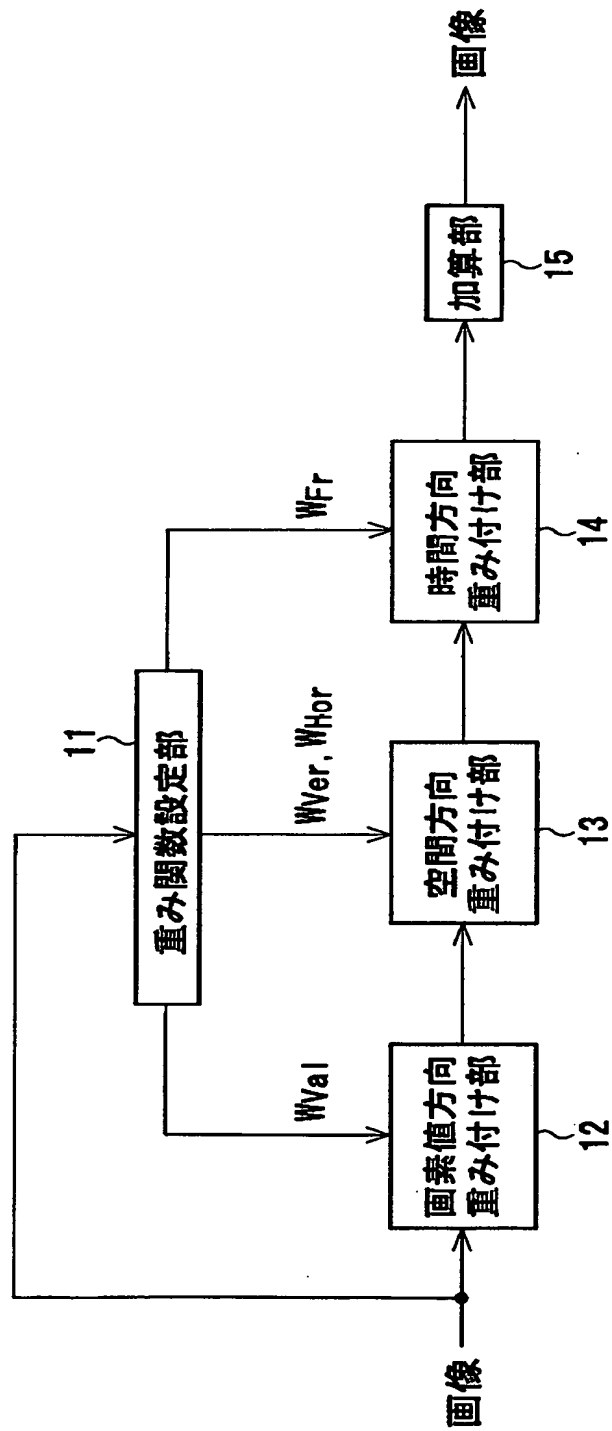
部, 1 4 時間方向重み付け部, 1 5 加算部, 2 1 差分回路, 2 2
ブロック分割回路, 2 3 R M S 計算回路, 2 4 ヒストグラム生成回路
, 2 5 ノイズ量推定回路, 2 6 重み関数設定回路, 3 1₁乃至 3 1₄
ラッチ回路, 3 2 前処理部, 3 3 モデル化部, 4 1 線形回帰部,
4 2 出力計算部, 5 1 ノイズ量推定部, 6 1 誤差計算部

【書類名】 図面

【図 1】

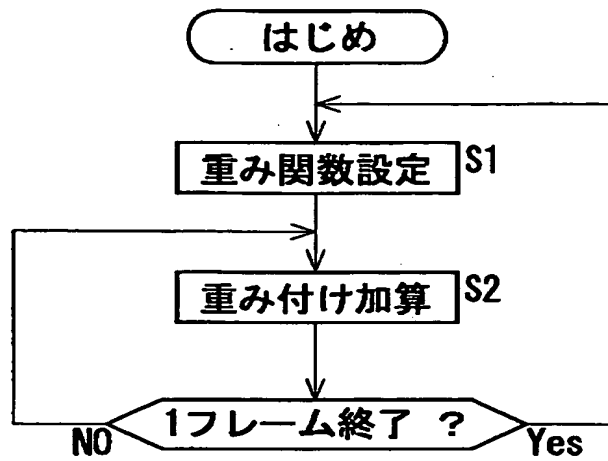


【図 2】

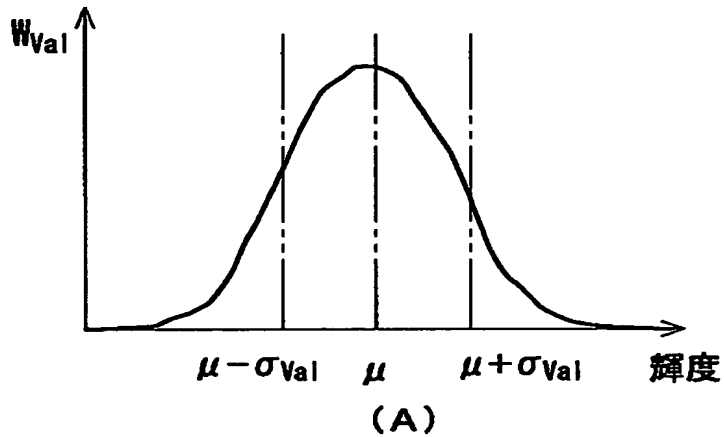


画像処理部 2

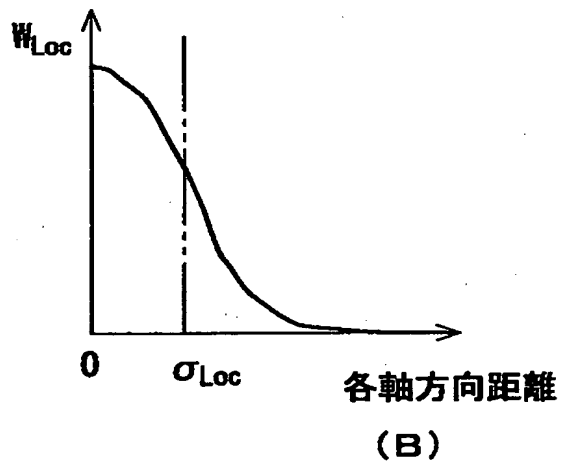
【図 3】



【図 4】

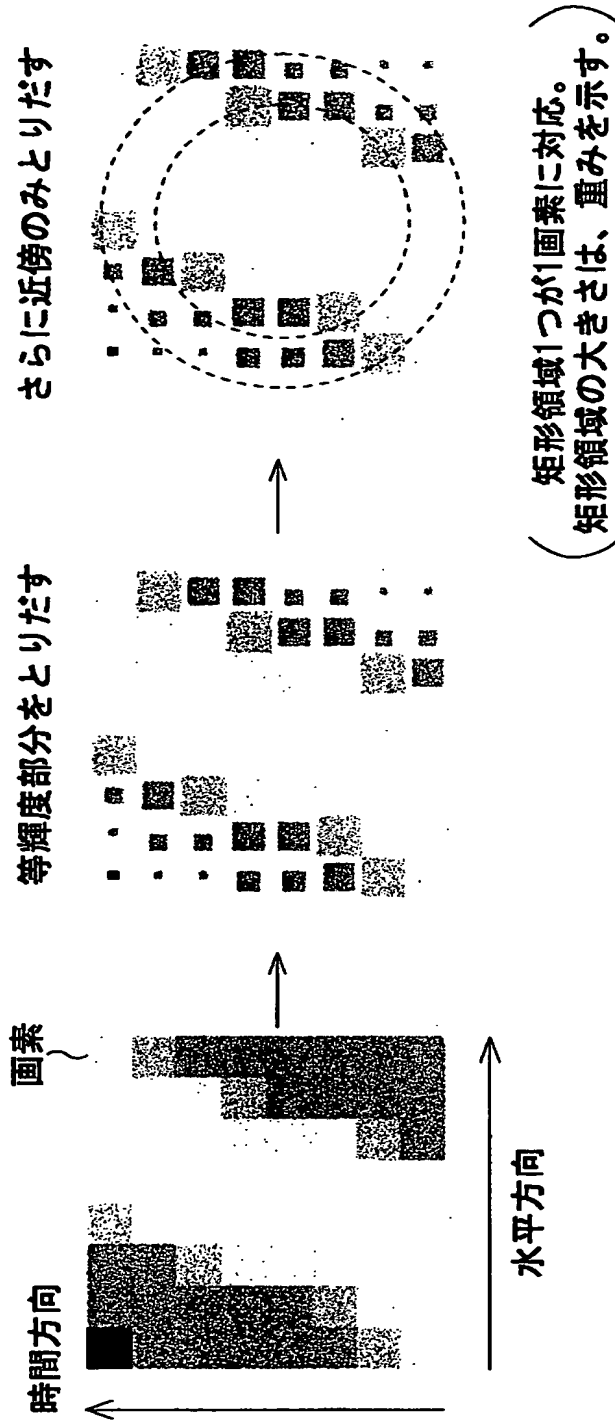


輝度値の近さによる重み関数 W_{Val}

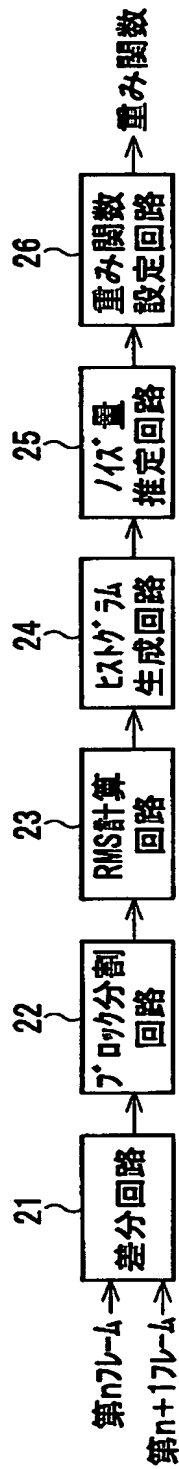


注目画素からの距離による重み関数 $W_{Loc}(W_{Fr}, W_{Ver}, W_{Hor})$

【図 5】

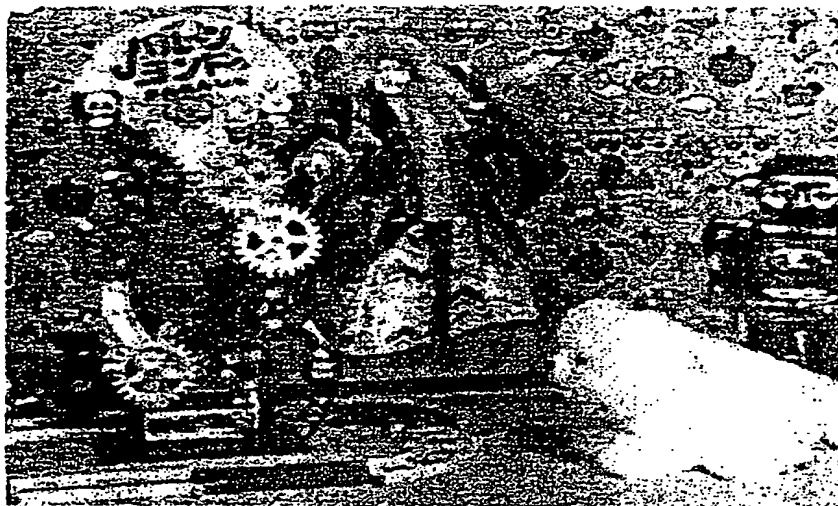


【図 6】



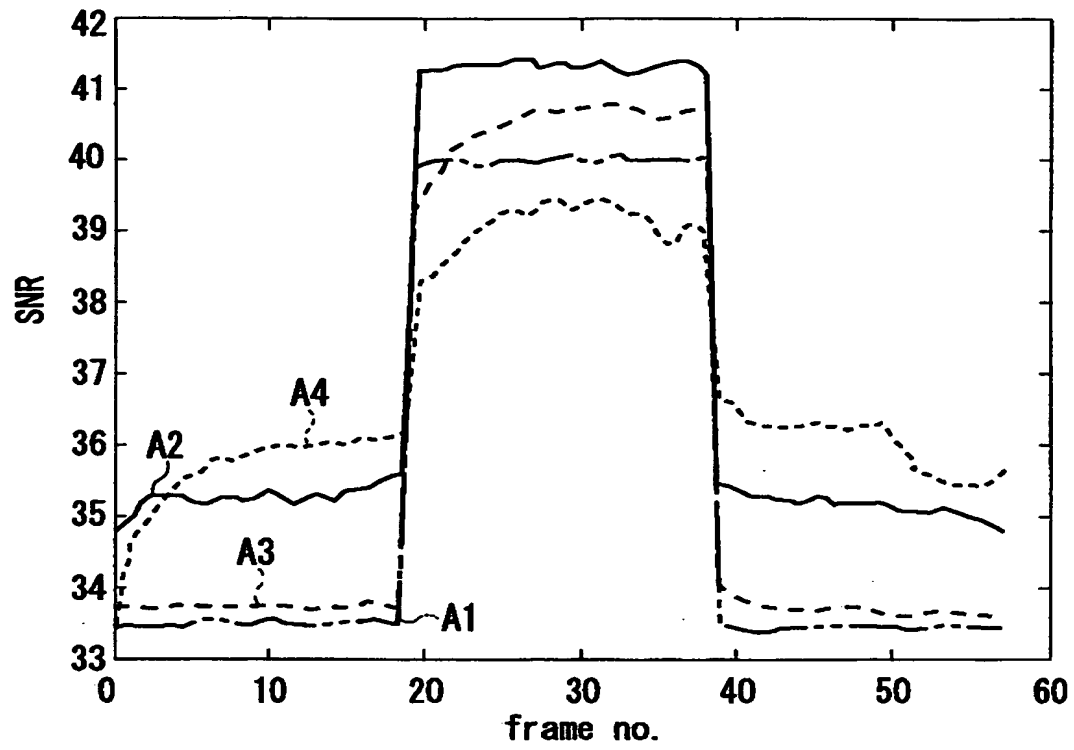
重み関数設定部 11

【図 7】



使用した画像toys_fix

【図 8】

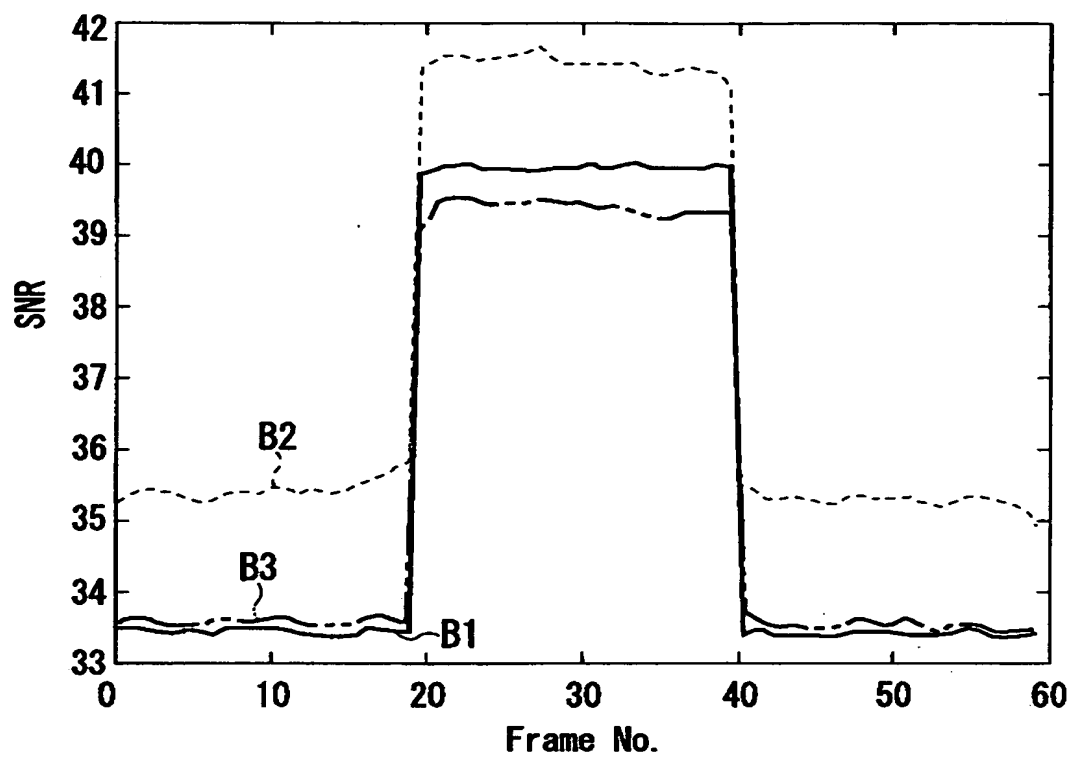


【図9】

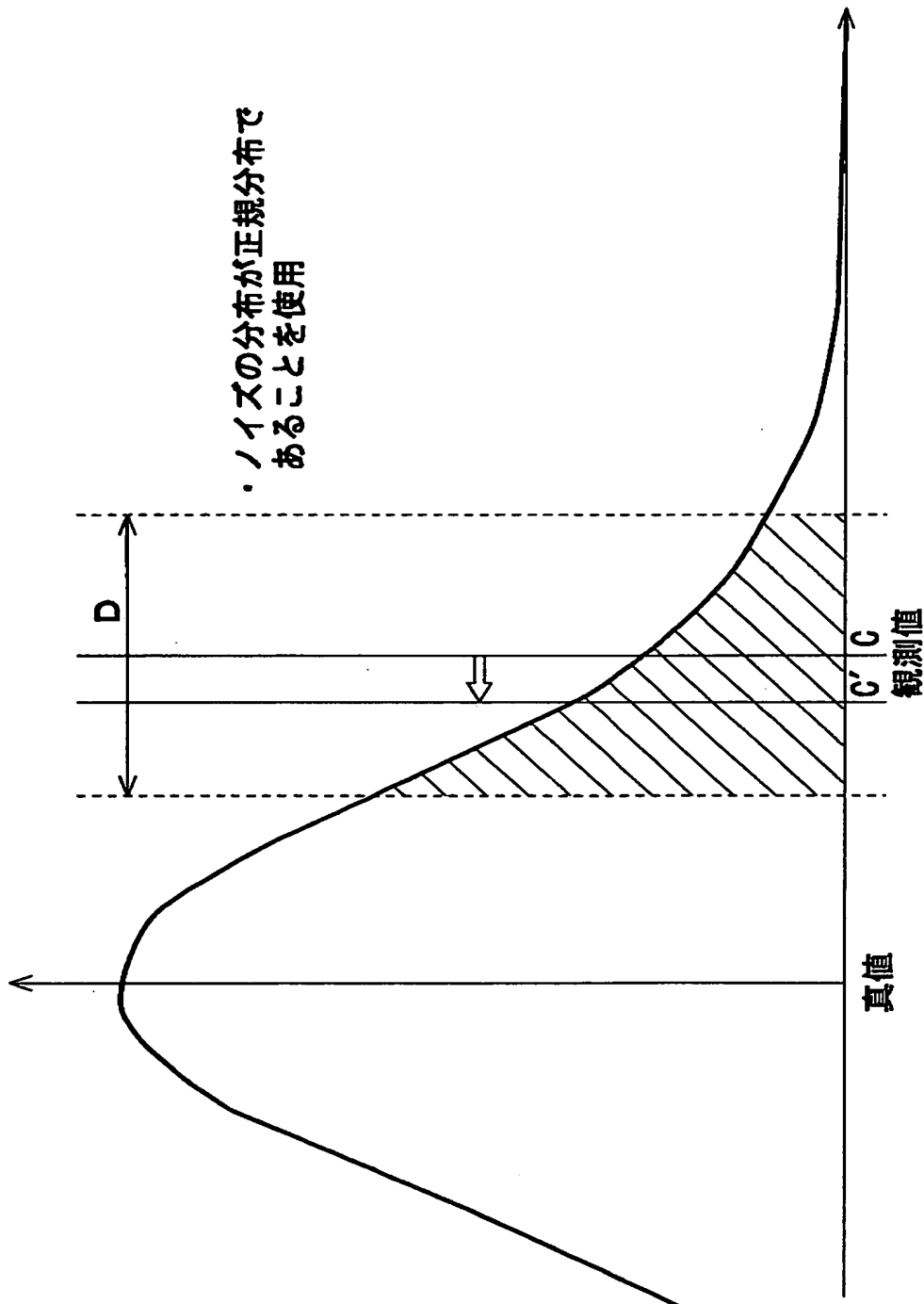


使用した画像 stair_girl0

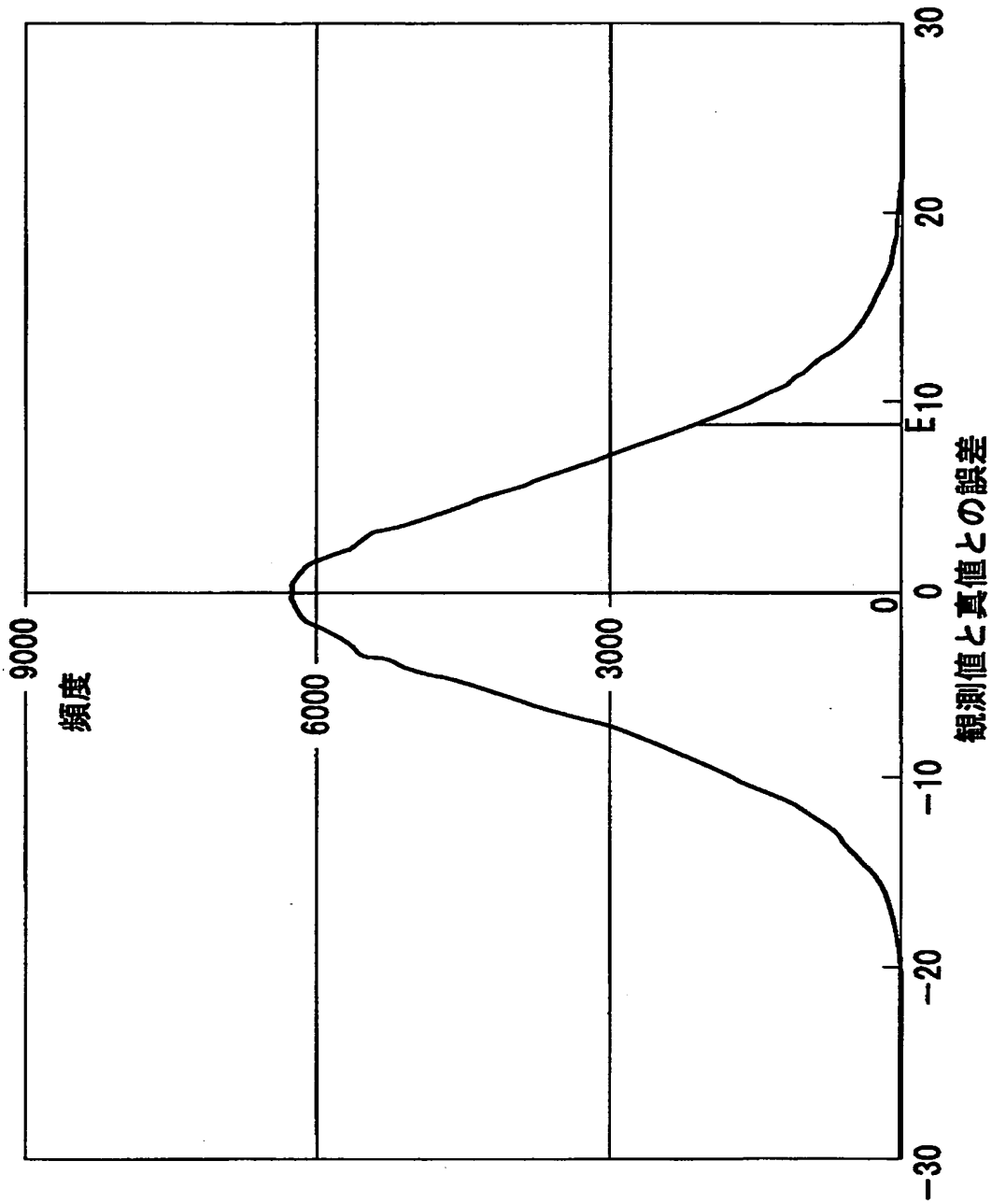
【図10】



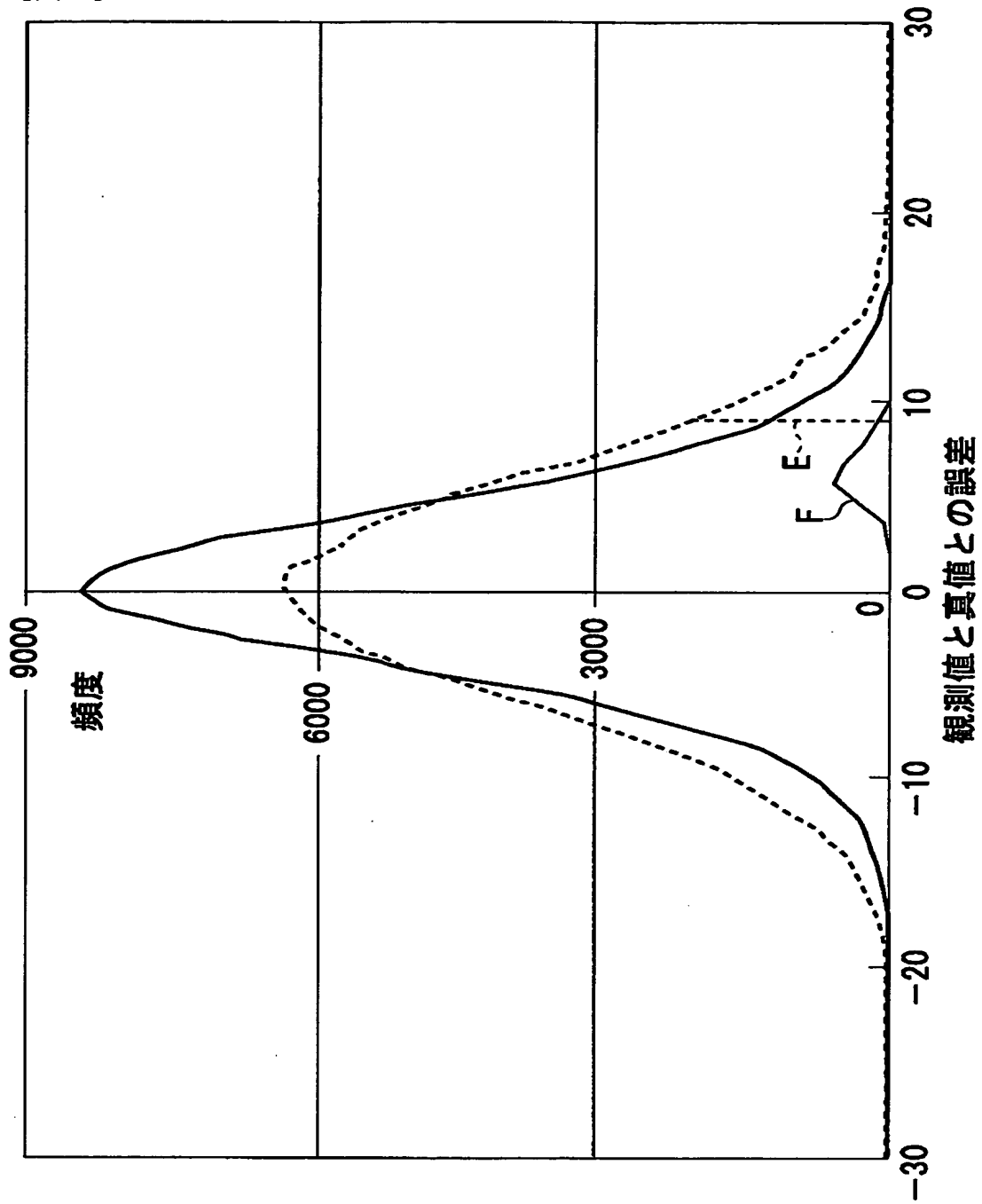
【図11】



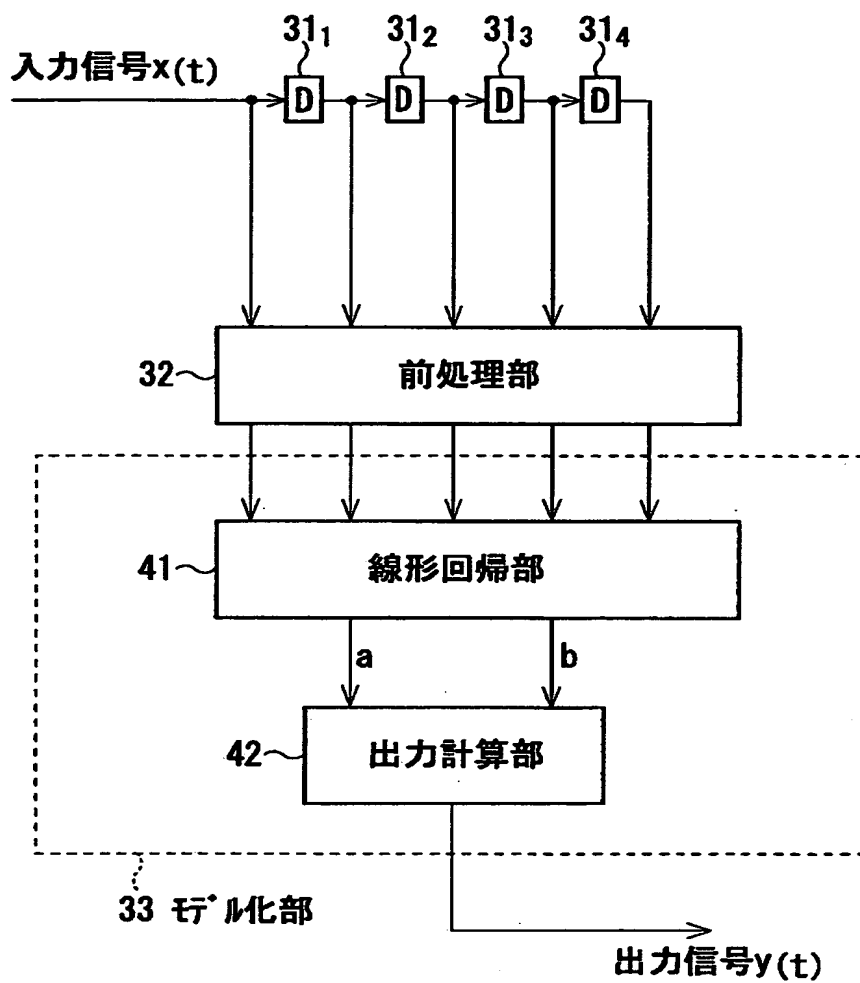
【図12】



【図13】

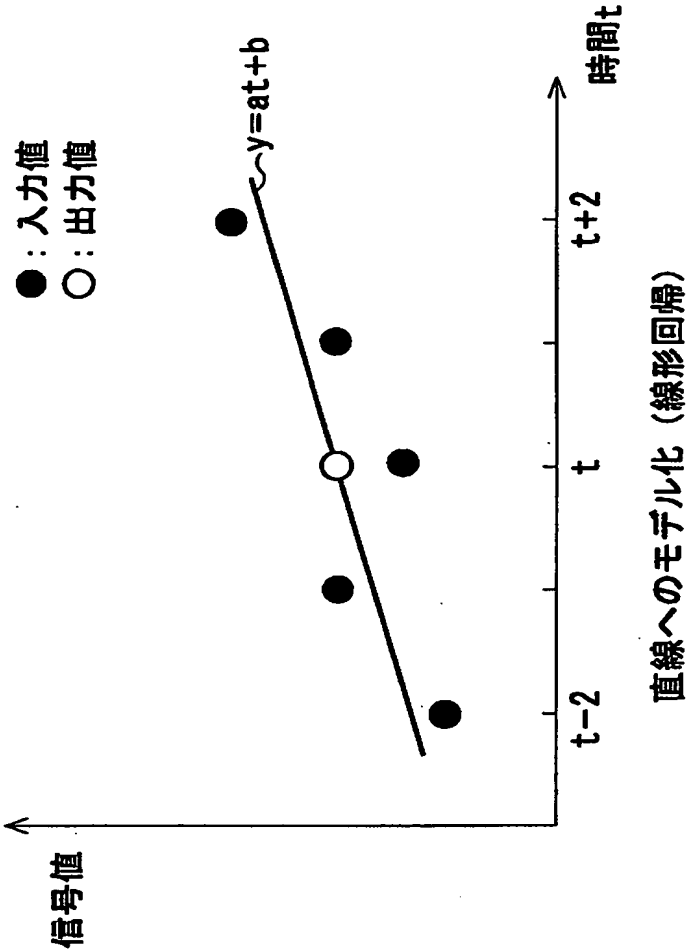


【図14】

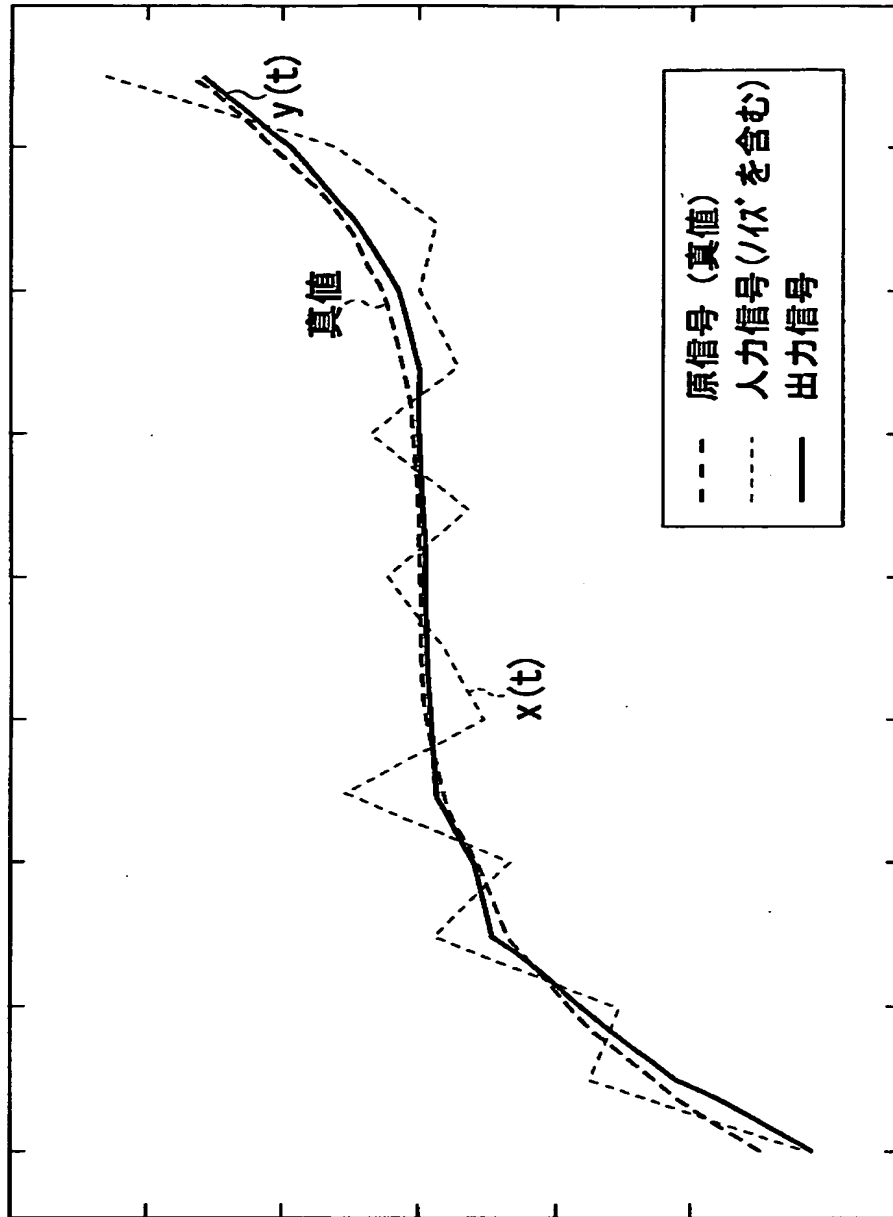


NR処理回路

【図15】

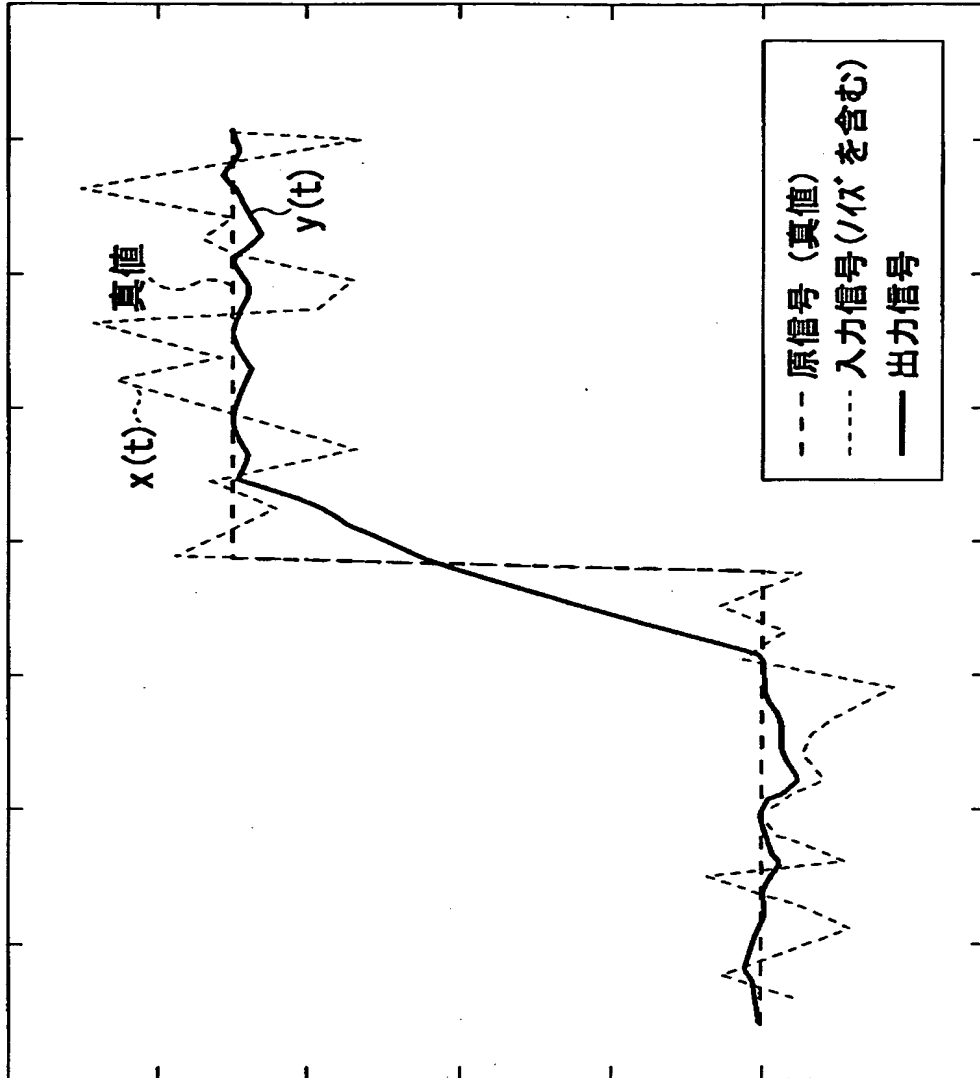


【図16】



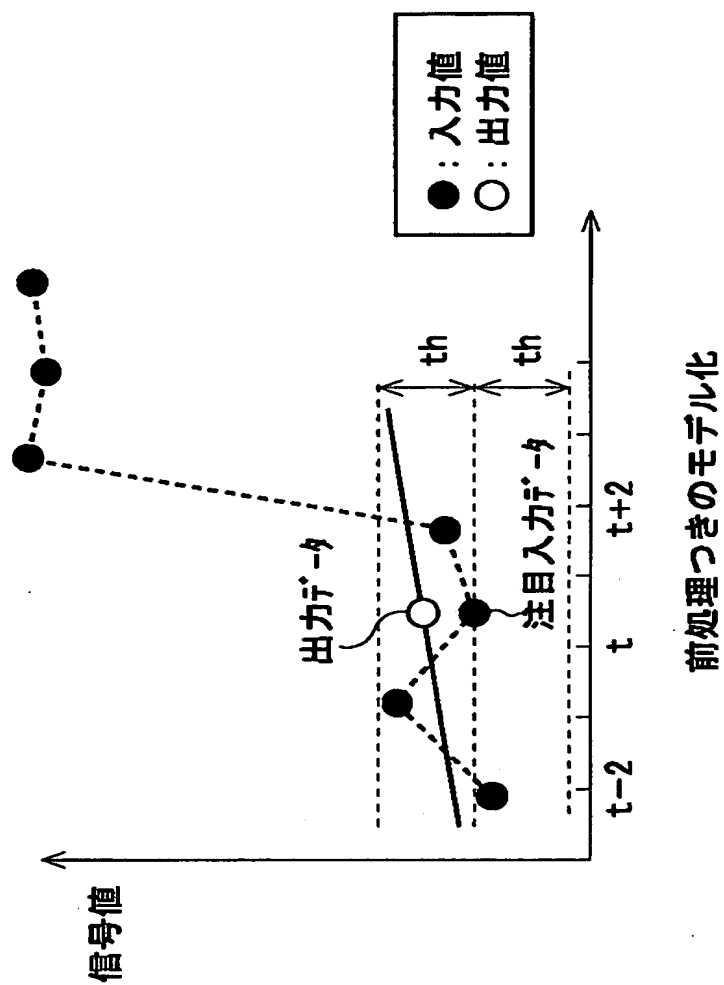
ノイズリダクションの結果

【図17】

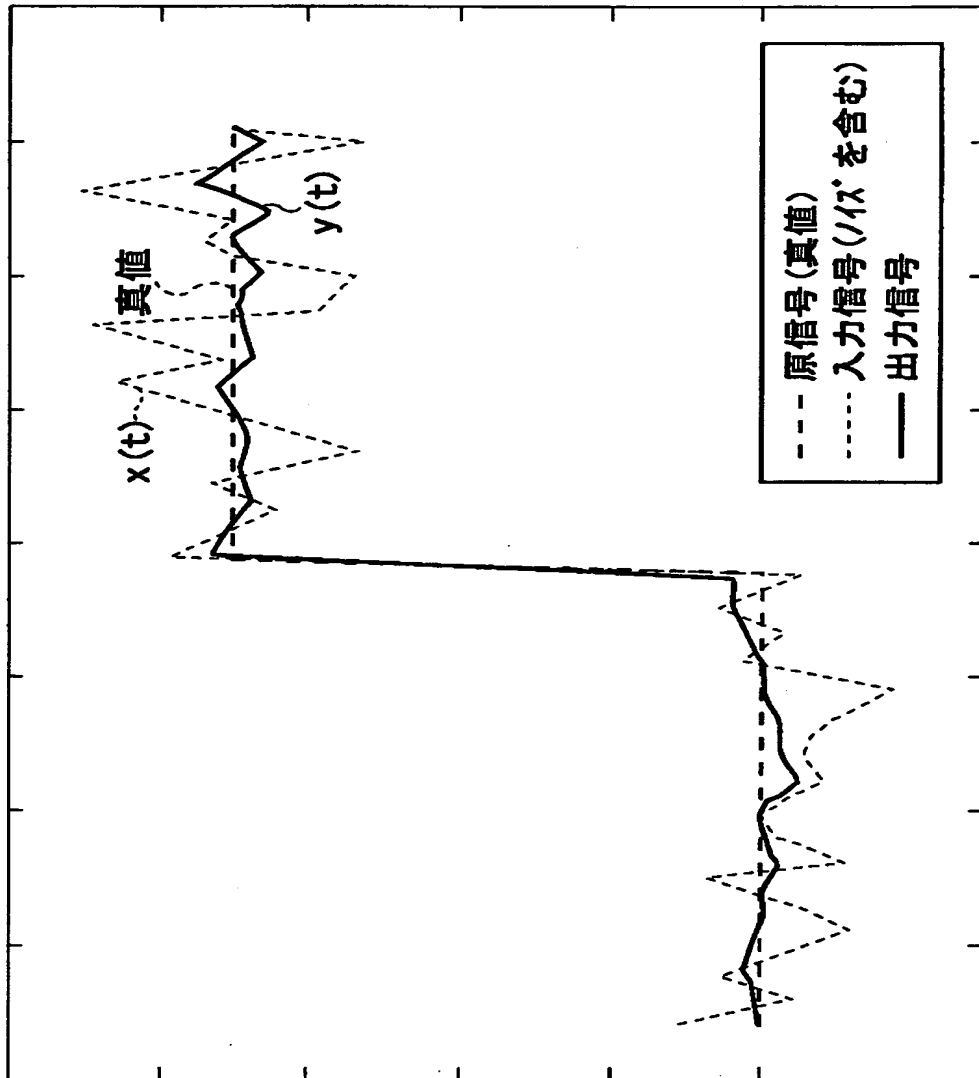


不連続変化点を持つ信号に対するノイズリダクションの結果(前処理なし)

【図18】

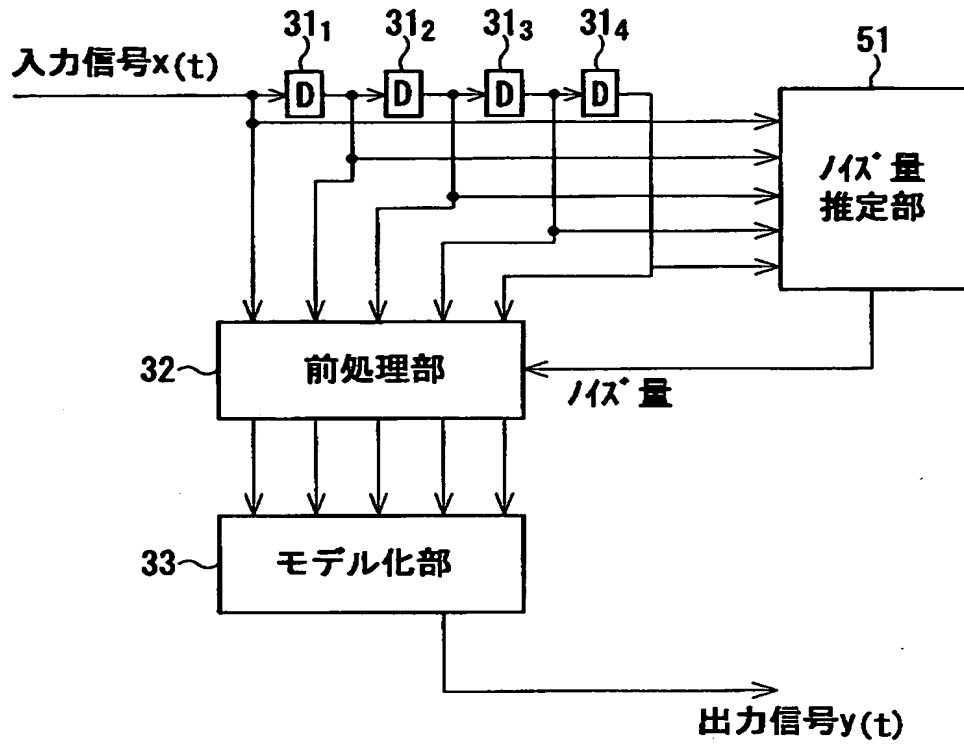


【図19】



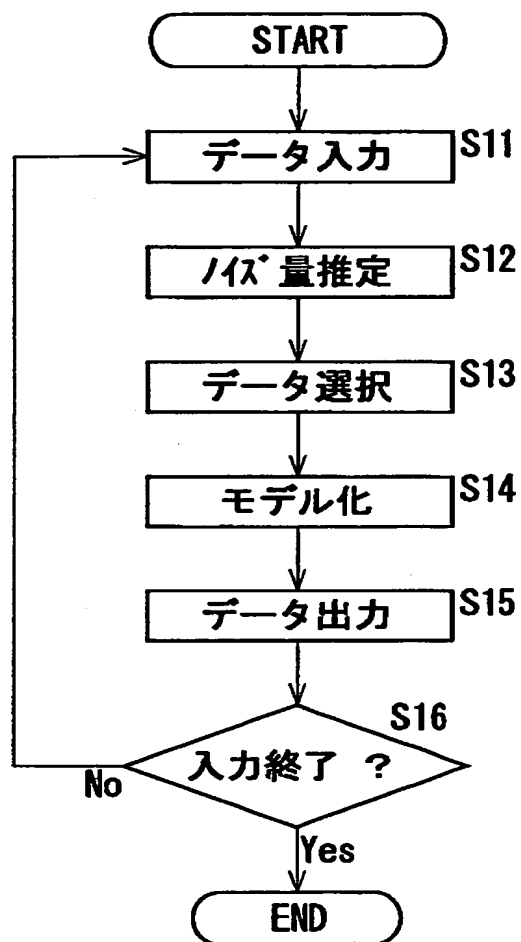
不連続な変化点を持つ信号に対するノイズリダクションの結果(前処理つき)

【図20】

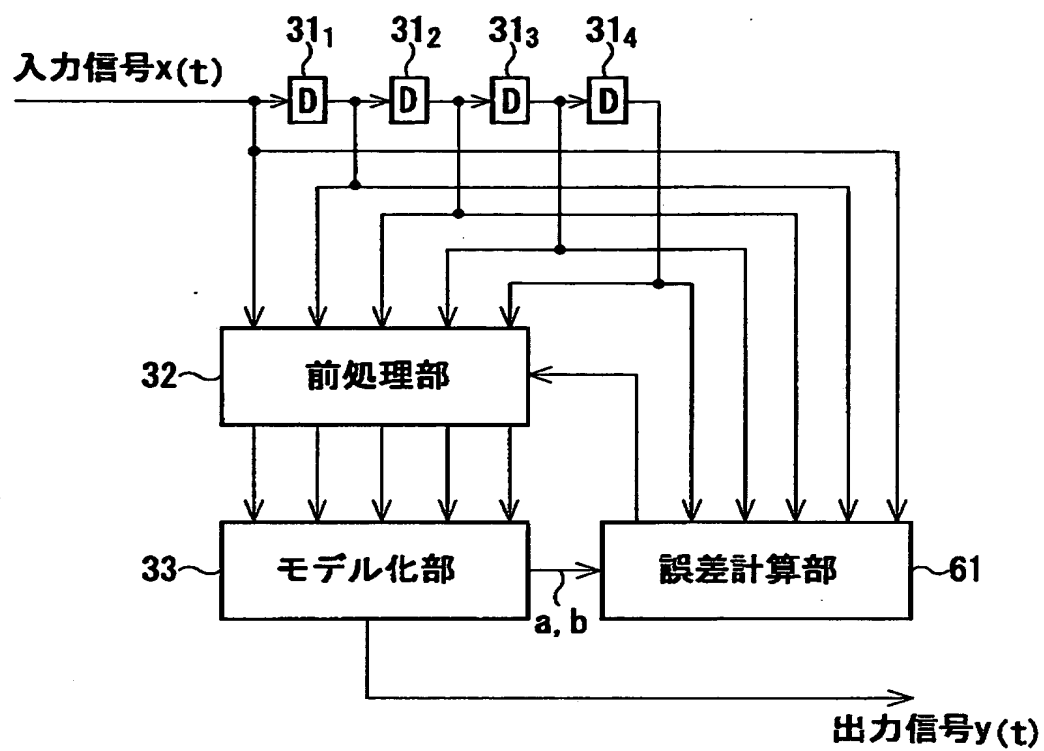


NR処理回路

【図21】



【図22】



NR処理回路

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入力データに含まれるノイズを効果的に除去した出力データを得る。

【解決手段】 入力データから、注目している注目入力データと値の近い類似入力データ、即ち、例えば、注目入力データとの差分の絶対値が、所定の閾値 t_h 以下のものが抽出され、その類似入力データを近似する直線が求められる。そして、その直線上の点が、注目入力データに対する出力データとして出力される。

【選択図】 図 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社